

**KAJIAN DAM BREAK WADUK WONOGIRI DENGAN  
HEC – RAS 4.0**



**Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada Jurusan  
Teknik Sipil**

Oleh:

**ICHWAN DWI ROHANI**  
**D 100 120 063**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2017**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**KAJIAN *DAM BREAK* WADUK WONOGIRI DENGAN  
HEC – RAS 4.0**

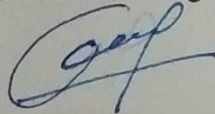
**PUBLIKASI ILMIAH**

oleh:

**ICHWAN DWI ROHANI**  
**D 100 120 063**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen Pembimbing



**GURAWAN DJATI WIBOWO S.T.,M.Eng**  
**NIK.782**

HALAMAN PENGESAHAN

**KAJIAN *DAM BREAK* WADUK WONOGIRI DENGAN  
*HEC – RAS 4.0***

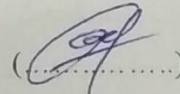
OLEH  
ICHWAN DWI ROHANI  
D 100 120 063

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik Sipil  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari Sabtu, 04 Februari 2017  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

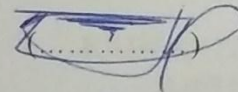
Gurawan Djati Wibowo S.T.,M.T

(Ketua Dewan Penguji)

()

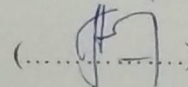
Kuswartomo S.T.,M.T.

(Anggota I Dewan Penguji)

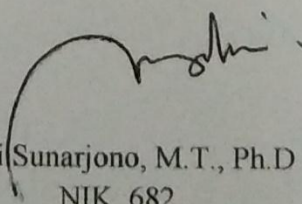
()

Ir.Achmad Karim Fatchan M.T

(Anggota II Dewan Penguji)

()

Dekan,

  
Ir.Sri Sunarjono, M.T., Ph.D  
NIK. 682

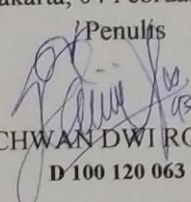
## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 04 Februari 2017

Penulis

  
ICHWAN DWI ROHANI  
D 100 120 063

# KAJIAN DAM BREAK WADUK WONOGIRI DENGAN *HEC – RAS 4.0*

## Abstrak

Sesuai dengan Peraturan Pemerintah Nomer 37 Tahun 2010 tentang bendungan pada pasal 40 ayat 1 disebutkan bahwa pembangunan konstruksi bendungan, harus disertai dengan adanya dokumen rencana tanggap darurat (RTD), sebagai suatu upaya dalam rangka mitigasi banjir bandang tersebut. Penelitian yang dilakukan ini, merupakan sebagai salah satu upaya penyiapan mitigasi banjir bandang akibat keruntuhan bendungan.

Redaman puncak banjir paling maksimum (hidrograf banjir PMF) adalah dititik paling hilir (di AWLR Jurug), sebesar 23%. Redaman puncak banjir paling maksimum (hidrograf banjir  $Q_{1000}$  thn ) adalah dititik paling hilir (di AWLR Jurug), dari 15%, Redaman puncak banjir paling maksimum (hidrograf banjir  $Q_{100}$  thn ) adalah dititik paling hilir (di AWLR Jurug), dari 13%, Redaman puncak banjir paling maksimum (hidrograf banjir  $Q_{50}$  thn ) adalah dititik paling hilir (di AWLR Jurug), dari 12%. Hasil analisis penelusuran banjir akibat *Dam break* dengan aplikasi *HEC – RAS 4.0* menunjukkan hasil data hidrograf banjir ketika melimpas di tubuh bendungan  $Q_{PMF}$ ,  $Q_{1000}$  thn,  $Q_{100}$  thn dan  $Q_{50}$  thn, pada  $Q_{PMF}$  lebih besar dengan waktu terdekat, elevasi tertinggi dan kecepatan tinggi.

**Kata kunci:** *Dam Break, HEC – RAS*, waduk, elevasi muka air banjir, penelusuran banjir

## Abstract

In accordance with the Government Regulation Number 37 in 2010 about the dam on article 40 paragraph 1 stated that the construction of the dam construction, must be accompanied by the presence of emergency response plan document (RTD), as an effort in order to mitigate flash floods. Research conducted is as one of the efforts the preparation due to Flash flood mitigation dam collapse.

The maximum flood peak attenuation (PMF flood hydrograph) is point most downstream (in AWLR Jurug), by 23%. Attenuation of flood peak maximum possible (flood hydrograph  $Q_{1000}$  yrs) is point most downstream (in AWLR Jurug), of 15%, the attenuation of flood peak maximum possible (flood hydrograph  $Q_{100}$  yrs) is dititik most downstream (in AWLR Jurug), of 13%, the maximum flood peak attenuation ( $Q_{50}$  flood hydrograph yrs) is point most downstream (in AWLR Jurug), of 12%. Results of search analytics Dam break flood due to the application of HEC - RAS 4.0 shows the results of the data flood hydrograph when through in the dam body  $Q_{PMF}$ ,  $Q_{1000}$  years,  $Q_{100}$  years and  $Q_{50}$  years, the greater  $Q_{PMF}$  the nearest future, the highest elevation and high speed.

**Keywords:** Dam Break, HEC - RAS, dams, flood water level, flood routing

## 1. PENDAHULUAN

Bendungan merupakan bangunan air yang berfungsi untuk membendung aliran sungai sehingga diperoleh tampungan air sungai. Pada pembuatan bendungan harus didesain dengan standard keamanan yang tinggi sehingga bendungan tersebut aman terhadap overtopping (pada banjir rencana), piping serta beban gempa yang terjadi. Keruntuhan pada bendungan dapat diakibatkan oleh overtopping maupun piping. Mengetahui Hidrograf ( $Q_{50}$ ,  $Q_{100}$ ,  $Q_{1000}$ ,  $Q_{PMF}$ ) ketika melimpas di tubuh bendungan Gajah Mungkur. Mendapatkan data hidrograf

banjir akibat keruntuhan bendungan, kecepatan dan sejauh mana banjir tersebut mencapai daerah hilir. Menentukan profil muka air banjir maksimum serta hidrograf banjir pada lokasi tertentu. Sebagai pertimbangan dalam sistem peringatan dini pengendalian banjir di Waduk Wonogiri ketika Bendungan Gajah Mungkur *breaking*. Mengetahui daerah-daerah yang paling berbahaya ketika terjadi *dam breaking* di Waduk Wonogiri. Sebagai masukan untuk antisipasi penyelamatan banjir di hilir Waduk Wonogiri.

## **2. METODE**

Pada penelitian ini penelusuran banjir dilakukan dengan bantuan program HEC-RAS 4.0 yang dibuat oleh Hydraulic Engineering Center salah satu divisi di dalam Institute for Water Resources (IWR), dibawah US Army Corps of Engineers (USACE). Dengan pengoperasian program ini, penelitian yang dilakukan diharapkan mampu menghasilkan data-data yang dapat digunakan dalam rangka mitigasi bencana banjir akibat keruntuhan bendungan di Bendungan Gajah Mungkur, Kabupaten Wonogiri, Jawa Tengah. Jenis penelitian ini adalah penelitian studi kasus kemungkinan akan terjadi pada Bendungan Gajah Mungkur di Waduk Wonogiri. Dalam penelitian ini data yang dibutuhkan meliputi, data hidrograf, data hujan tahunan, data teknis bendungan Gajah Mungkur, Tampang saluran di hilir bendungan, mengumpulkan data dari jurnal ilmiah buku, dan *browsing internet*. Alat bantu yang digunakan dalam penelitian ini, ialah *Software HEC – RAS* versi 4.0 untuk pengolahan simulasi model keruntuhan bendungan, *Microsoft office*. Alir pelaksanaan yaitu menganalisis hujan tahunan, menganalisis banjir rancangan, memasukkan model tampang saluran ke *HEC –RAS*, memasukkan data banjir rancangan dengan kala ulang sesuai direncanakan, kemudian hasil dan selesai

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **A. Analisis Data Curah Hujan**

#### **1. Pengukuran Data Hujan**

#### **2. Uji Konsistensi**

Uji konsistensi dilakukan pada stasiun Slogohimo, stasiun Jatisrono, stasiun Girimarto PP, stasiun Sidoharjo, stasiun Ngancar, stasiun Baturetno PP, stasiun Giriwoyo, stasiun Kedung Uling dan stasiun Wuryantoro. Syarat uji konsistensi  $Q_{tabel} > S_k^{**} \max$ .

$Q_{tabel} = 1,212 \times \sqrt{19} = 5,282$  (Pada Lampiran dengan Kepercayaan 95%).

Dari tabel diatas diketahui  $S_k^{**} \max = 1,476 < 5,282$  (data pangkah).

### **3. Analisis Hujan Rerata DAS**

Metode hitungan curah hujan pada waduk Gajah Mungkur Menggunakan metode Poligon Thiessen dengan factor pembobot untuk masing – masing stasiun Daerah Aliran Sungai (DAS).

#### **4. Analisis Frekwensi**

Dalam menentukan distribusi frekwensi yang cocok untuk analisis hujan rancangan diadakan analisis frekwensi seperti berikut ini:



a. Analisis Frekwensi DAS Kedoang

X urut = Diurutkan dari X terbesar ke X terkecil

$$X = 105,033$$

X = Besarnya hujan maksimum

$$X^2 = 105,033^2 = 11031,931$$

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} = \frac{1230,606}{20} = 61,5303$$

Dengan:  $\sum X$  = Jumlah X urut 1 sampai X urut 20

n = Jumlah data hujan (diambil 20 terbesar)

$$(X - \bar{X})^2 = (105,033 - 61,5303)^2 = 1892,4849$$

$$(X - \bar{X})^3 = (105,033 - 61,5303)^3 = 82328,2018$$

$$(X - \bar{X})^4 = (105,033 - 61,5303)^4 = 351499,124$$

Menghitung Standar Deviasi:

$$S = \sqrt{\frac{2446,92968}{20-1}} = 11,348$$

Menghitung Coefisien Variasi:

$$C_v = \frac{11,348}{61,5303} = 0,18443$$

Menghitung Coefisien Asimetris (*Skweness*):

$$C_s = \frac{20}{(20-1).(20-2).11,348^3} \times (79532,664) = 3,18234$$

Menghitung Coefisien Kurtosis:

$$C_k = \frac{20}{(20-1).(20-2).(20-3).11,348^4} \times (3609531,35) = 0,74865$$

Menghitung Perbandingan  $C_s : C_v$  :

$$\frac{C_s}{C_k} = \frac{3,18234}{0,74865} = 17,25451$$

**Tabel 2.** Pemilihan jenis distribusi menurut kriteria Sri Harto (1981)

Distribusi	Syarat	Hasil Hitungan	Keterangan
Normal	$C_s \sim 0$	$C_s \sim 3,18234$	Tidak dipilih
Log Normal	$C_s/C_v \sim 3,00$	$C_s/C_v \sim 17,25451$	Tidak dipilih
Gumbel I	$C_s \sim 1,1396$	$C_s \sim 3,18234$	Tidak dipilih
	$C_k \sim 5,4002$	$C_k \sim 0,74865$	Tidak dipilih

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Hasil perhitungan diatas tidak mendekati harga syarat maka ketiga jenis distribusi di atas tidak dapat dipilih, untuk selanjutnya dipilih distribusi Log Pearson Tipe III.

Analisis Hujan Rancangan

Penelitian hujan rancangan menggunakan distribusi Log Pearson Tipe III sesuai analisis frekwensi di atas. Langkah perhitungan adalah sebagai berikut, lihat Tabel 2. Pada lampiran I. akan diperoleh harga rata – rata hitungan dari Log X sebagai berikut:

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n \text{Log } X}{n}$$

$$\text{Dengan : } \sum_{i=1}^n \text{Log } X = 35,6732$$

$$n = 20$$

perhitungan dengan metode Log Pearson Tipe III

$$X = 105,033$$

$X$  = Besarnya hujan maksimum

$$\text{Log } X = \text{Log } 105,033 = 2,02132$$

$$(\text{Log } X)^2 = (2,02132)^2 = 4,08578$$

$$\text{Log } \bar{X} = \frac{35,6732}{20} = 1,78366$$

$$(X - \bar{X}) = (2,02132 - 1,78366) = 0,23766$$

$$(X - \bar{X})^2 = (2,02132 - 1,78366)^2 = 0,05648$$

$$(X - \bar{X})^3 = (2,02132 - 1,78366)^3 = 0,01342$$

$$\text{Probabilitas} = \frac{1}{20+1} \times 100 = 4,761905$$

Menghitung Standart Deviasi, Coefisien Asimetris dan Hujan Racangan.

Menghitung Standart Deviasi:

$$S = \sqrt{\frac{0,08360}{20-1}} = 0,06633$$

Menghitung Coefisien Asimetris:

$$Cs = \frac{0,01263}{(20-1).(20-2).0,06633^3} = 0,06563$$

$Cs$  = Digunakan untuk mencari nilai  $G$ , lihat Tabel 2. Pada lampiran II.

Menghitung Hujan Rancangan:

$$\text{Log } Rt_{50} = 1,78366 + 2,12080 \times 0,06633 = 1,924$$

$$Rt_{50} = 10^{1,924} = 84,012 \text{ mm}$$

$$\text{Log } Rt_{100} = 1,78366 + 2,41911 \times 0,06633 = 1,944$$

$$Rt_{100} = 10^{1,944} = 87,928 \text{ mm}$$

$$\text{Log } Rt_{1000} = 1,78366 + 3,27348 \times 0,06633 = 2,000$$

$$Rt_{1000} = 10^{2,000} = 100,185 \text{ mm}$$

Uji Chi-kuadrat

Diketahui:

$$Dk = G - R - 1$$

$$= 5 - 2 - 1 = 2$$



Dengan: G = Jumlah Sub Grup

R = Banyaknya Keterikatan

$\alpha = 5 \%$

Dk digunakan untuk mencari nilai  $X_{kr}^2$  dengan cara menghubungkan Dk dengan  $\alpha$ .  $X_{kr}^2$  dari Tabel 3. Pada lampiran II = 5,991.

Untuk pengujian Chi-kuadrat interval peluang dibagi menjadi lima bagian, dengan interval peluang = 0,20. Besarnya peluang untuk tiap sub grup adalah sebagai berikut:

Sub grup 1  $P \leq 0,20$

Sub grup 2  $0,20 < P \leq 0,40$

Sub grup 3  $0,40 < P \leq 0,60$

Sub grup 4  $0,60 < P \leq 0,80$

Sub grup 5  $0,80 < P \leq 1$

Rumus untuk mencari garis lurus:

$$X = \text{Log } \bar{X} + S . k$$

$$X = 1,78366 + 0,06633 . k$$

k = Dari Tabel 4. Pada Lampiran II

untuk  $P = 1 - 0,20 = 0,80$

$$X = 1,78366 + 0,06633 \times 0,84 = 1,839$$

$$X = 10^{1,839} = 69,084 \text{ mm}$$

untuk  $P = 1 - 0,40 = 0,60$

$$X = 1,78366 + 0,06633 \times 0,25 = 1,800$$

$$X = 10^{1,800} = 63,131 \text{ mm}$$

untuk  $P = 1 - 0,60 = 0,40$

$$X = 1,78366 + 0,06633 \times (-0,25) = 1,767$$

$$X = 10^{1,767} = 58,489 \text{ mm}$$

untuk  $P = 1 - 0,80 = 0,20$

$$X = 1,78366 + 0,06633 \times (-0,84) = 1,727$$

$$X = 10^{1,727} = 53,448 \text{ mm}$$

**Tabel 3.** Uji Chi-kuadrat DAS Kedoang

No	Interval debit mm/jam	Jumlah		$(O_i - E_i)^2$	$\frac{X^2}{(O_i - E_i)^2} =$
		O <sub>i</sub>	E <sub>i</sub>		
1	$P \leq 0,20$	1	4	9	2,25
2	$0,20 < P \leq 0,40$	6	4	4	1
3	$0,40 < P \leq 0,60$	4	4	0	0

4	$0,60 < P \leq 0,80$	6	4	4	1
5	$0,80 < P \leq 1$	3	4	1	0,25
Jumlah		20	20		4,5

(Sumber : Hasil Perhitungan)

$$X^2 = 4,5 < X_{kr}^2 = 5,991$$

Uji Smirnov – Kolmogorov

Dari Gambar 2. Pada lampiran I. didapat  $\Delta \max = 0,08 < \Delta_{kr} = 0,29$  (dengan derajat kepercayaan 5 %)

Dari Uji Chi-Kuadrat dan Uji Smirnov – Kolmogorov diambil kesimpulan bahwa pengujian distribusi Log Pearson Tipe III pada DAS Kedoang dapat diterima.

## 5. Analisis Hujan Satuan

### a. Perhitungan DAS Kedoang

Intensitas hujan satuan pada waktu tertentu dinyatakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$Rt_1 = \frac{100,786}{5} \cdot (5/1)^{2/3} = 58,94054$$

$$Rt_2 = \frac{100,786}{5} \cdot (5/2)^{2/3} = 37,13022$$

$$Rt_3 = \frac{100,786}{5} \cdot (5/3)^{2/3} = 28,33566$$

$$Rt_4 = \frac{100,786}{5} \cdot (5/4)^{2/3} = 23,39057$$

$$Rt_5 = \frac{100,786}{5} \cdot (5/5)^{2/3} = 20,15738$$

Dari intensitas hujan satuan kemudian dihitung distribusi hujan satuannya, dengan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Hujan jam ke 1} = 58,94054 \times 1 = 58,940$$

$$\text{Hujan jam ke 2} = 37,13022 \times 2 = 74,260$$

$$\text{Hujan jam ke 3} = 28,33566 \times 3 = 85,006$$

$$\text{Hujan jam ke 4} = 23,39057 \times 4 = 93,562$$

$$\text{Hujan jam ke 5} = 20,15738 \times 5 = 100,786$$

Hujan efektif:

$$Ri_1 = 58,940$$

$$Ri_2 = 74,260 - 58,940 = 15,318$$

$$Ri_3 = 85,006 - 74,260 = 10,746$$

$$Ri_4 = 93,562 - 85,006 = 8,555$$

$$Ri_5 = 100,786 - 93,562 = 7,224$$

## B. Analisis Banjir Rancangan

### 1. Hidrograf Satuan Sintesis Nakayasu

### DAS Kedoang

Luas Daerah Aliran Sungai (DAS)  $A = 398,50 \text{ km}^2$

Panjang sungai di hulu waduk  $L = 52,54 \text{ km}$

Dengan :

$Q_p$  = Debit Puncak

$T_p$  = Tenggang waktu dari permulaan hujan sampai puncak

a. Perhitungan DAS kedoang

Menghitung konsentrasi :

Untuk  $L < 15 \text{ km}$

$$T_g = 0,21 \cdot L^{0,7}$$

Untuk  $L > 15 \text{ km}$

$$T_g = 0,4 + 0,058 \cdot L$$

Dengan :

$$T_g = 0,4 + 0,058 \times 52,21 = 3,428 \text{ jam}$$

Menghitung waktu efektif :

$$T_r = 0,75 \times 3,428 = 2,571 \text{ jam}$$

Menghitung waktu awal hingga debit puncak :

$$T_p = 0,8 \cdot T_r + T_g = 0,8 \times 2,571 + 3,428 = 5,5 \text{ jam}$$

Waktu yang diperlukan oleh penurunan debit dari debit puncak sampai menjadi 30 % dari debit puncak adalah :

$$\alpha = (0,47 \cdot (A \cdot L)^{0,25}) / T_g = (0,47 (398,50 \times 52,21)^{0,25}) / 3,428 = 1,647$$

$$T_{0,3} = \alpha \cdot T_g = 1,647 \times 3,428 = 5,6 \text{ jam}$$

$$1,5 T_{0,3} = 1,5 \times 5,6 = 8,4 \text{ jam}$$

Debit puncak banjir :

$$Q_p = \frac{398,50}{3,6(0,3 \times 5,5 + 5,6)} = 15,268 \text{ m}^3/\text{dt}$$

Kurva naik :

$$Q_a = 15,268 \left( \frac{t}{5,5} \right)^{2,4}$$

Kurva turun 1 :

$$Q_{d1} = 15,268 \cdot 0,3^{(t-5,5)/(5,6)}$$

Kurva turun 2 :

$$Q_{d2} = 15,268 \cdot 0,3^{(t-5,5-2,8)/(8,4)}$$

Kurva turun 3 :

$$Q_{d3} = 15,268 \cdot 0,3^{(t-5,5-8,4)/(11,2)}$$

## 2. Hidrograf Banjir Rancangan

**Tabel 3.** Hasil perhitungan Hidrograf Banjir Rancangan PMF

DAS KEDOANG				ABM
$R_{24}$	231.756			
t	$R_t$	$R_t \times t$	$R_i$	
1	135.5317	135.5317	135.5317	19.67263
2	85.37965	170.7593	35.22755	35.22755
3	65.15687	195.4706	24.7113	135.5317
4	53.78581	215.1432	19.67263	24.7113
5	46.35121	231.756	16.61279	16.61279

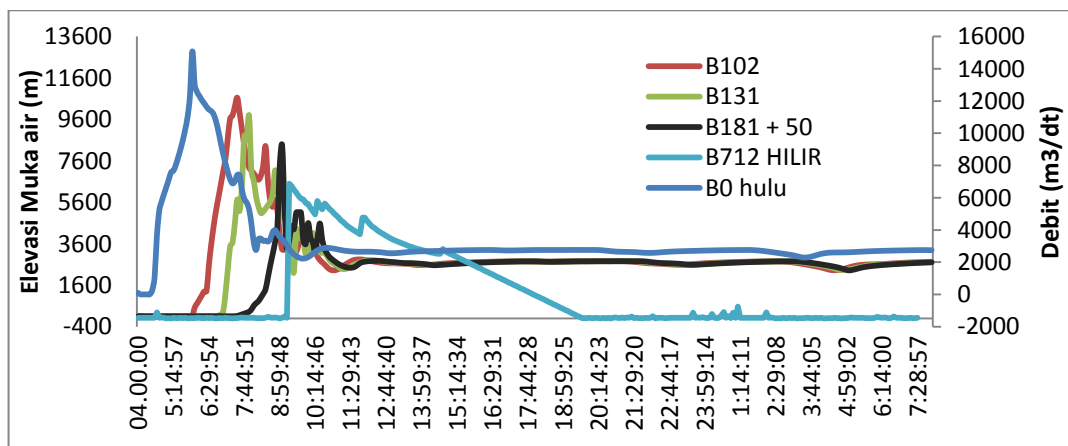
## C. Analisis Penelusuran Banjir Akibat *Dam Break* dengan *HEC-RAS*

### 1. Hasil *running*

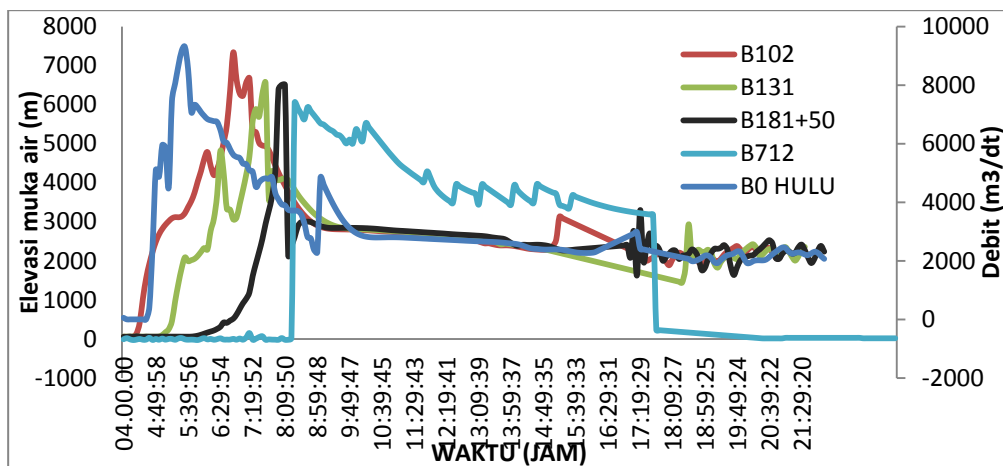
1. B0 Hulu ( Wonogiri )
2. B102 ( Sukoharjo )
3. B131 ( Sukoharjo )
4. B181 + 50 ( Sukoharjo )
5. B712 Hilir ( Surakarta )

Hasil *running* dari program *HEC RAS*

1. Program *HEC RAS* dapat memperlihatkan debit puncak pada hulu bendungan
  2. Untuk kedalaman banjir, kecepatan serta hidrograf banjir di plot pada lokasi terpilih.
- Hasil pada *Dam break analysis* dalam penelitian ini dapat dilihat pada grafik dibawah ini. yaitu grafik PMF , grafik kala ulang 1000 thn, grafik kala ulang 100 thn, grafik kala ulang 50 thn



**Gambar 1.** Hidrograf debit banjir PMF, dan elevasi muka air dari hulu sampai ke hilir (jembatan jurug)



**Gambar 2.** Hidrograf debit banjir 1000th, dan elevasi muka air dari hulu sampai ke hilir (jembatan jurug)

Jika dicermati hidrograf banjir *Dam break* PMF dengan hidrograf banjir 1000 th lebih besar  $Q_{PMF}$ . Penjalaran hidrograf banjir ke hilir secara kasat mata dapat tertranslasi, teredam (tereduksi) dengan semakin ke hilir puncak banjir semakin kecil. Redaman puncak banjir paling maksimum (hidrograf banjir PMF) adalah dititik paling hilir (di AWLR Jurug), sebesar 23%. Redaman puncak banjir paling maksimum (hidrograf banjir 1000 th) adalah dititik paling hilir (di AWLR Jurug), sebesar 15%. Elevasi muka air banjir pada gambar di bawah sangat besar sampai 5800 m, hal ini bukan berarti kedalaman banjir 5800 m, akan tetapi 5800 m dari permukaan laut. Beberapa keterbatasan dalam *running HEC-RAS* adalah keterbatasan *HEC-RAS* untuk tetap menghitung kedalaman air, debit dan kecepatan aliran walaupun besaran kedalaman banjir lebih besar dari tinggi tanggul sungai. Jadi seakan-akan ada batas kiri dan kanan tanggul yang menjulang tinggi yang digunakan untuk menghitung debit, kedalaman banjir serta kecepatan aliran di *section* lainnya dan perhitungan waktu selanjutnya.

#### 4. PENUTUP

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil *running* program *HEC-RAS* beserta hasil analisis penelusuran banjir akibat *Dam Break* waduk Gajah Mungkur adalah:

1. Hasil data hidrograf banjir ketika melimpas di tubuh bendungan dengan aplikasi *HEC-RAS* sebagai berikut:
  - $Q_{PMF}$  :  $Ba = 15083.45 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan waktu ( 05:35:00 )
  - $Q_{1000}$  :  $Ba = 9307.58 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan waktu ( 05:55:00 )
  - $Q_{100}$  :  $Ba = 6325.18 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan waktu ( 06:10:00 )
  - $Q_{50}$  :  $Ba = 5582.99 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan waktu ( 06:25:00 )
2. Hasil data hidrograf banjir maksimum pada lokasi akibat keruntuhan bendungan dengan aplikasi *HEC-RAS* sebagai berikut:

Data karakteristik keruntuhan bendungan sebagai berikut

- $Q_{PMF}$  :  
 Data hidrograf tertinggi di B0 =  $15083.5 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan kecepatan maksimum sebesar sebesar 3.68 m/dt  
 Data hidrograf tertinggi di B102 =  $10650.1 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan kecepatan maksimum sebesar sebesar 2.53 m/dt  
 Data hidrograf tertinggi di B131 =  $8811.9 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan kecepatan maksimum sebesar sebesar 2.1 m/dt

Data hidrograf tertinggi di B181+50 =  $8361.5 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan kecepatan maksimum sebesar sebesar  $0.71 \text{ m/dt}$

Data hidrograf tertinggi di B712 =  $6495.7 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan kecepatan maksimum sebesar sebesar  $0.33 \text{ m/dt}$

- $Q_{1000}$  :

Data hidrograf tertinggi di B0 =  $9307.6 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan kecepatan maksimum sebesar sebesar  $3 \text{ m/dt}$

Data hidrograf tertinggi di B102 =  $7340.7 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan kecepatan maksimum sebesar sebesar  $1.81 \text{ m/dt}$

Data hidrograf tertinggi di B131 =  $6553.3 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan kecepatan maksimum sebesar sebesar  $1.6 \text{ m/dt}$

Data hidrograf tertinggi di B181+50 =  $6506.7 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan kecepatan maksimum sebesar sebesar  $1.43 \text{ m/dt}$

Data hidrograf tertinggi di B712 =  $6051.7 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan kecepatan maksimum sebesar sebesar  $0.59 \text{ m/dt}$

- $Q_{100}$  :

Data hidrograf tertinggi di B0 =  $7325.2 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan kecepatan maksimum sebesar sebesar  $2.86 \text{ m/dt}$

Data hidrograf tertinggi di B102 =  $5639.2 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan kecepatan maksimum sebesar sebesar  $1.87 \text{ m/dt}$

Data hidrograf tertinggi di B131 =  $5513.4 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan kecepatan maksimum sebesar sebesar  $1.48 \text{ m/dt}$

Data hidrograf tertinggi di B181+50 =  $5373.2 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan kecepatan maksimum sebesar sebesar  $0.92 \text{ m/dt}$

Data hidrograf tertinggi di B712 =  $5264.3 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan kecepatan maksimum sebesar sebesar  $0.73 \text{ m/dt}$

- $Q_{50}$  :

Data hidrograf tertinggi di B0 =  $5599.9 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan kecepatan maksimum sebesar sebesar  $1.98 \text{ m/dt}$

Data hidrograf tertinggi di B102 =  $4997.5 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan kecepatan maksimum sebesar sebesar  $1.86 \text{ m/dt}$

Data hidrograf tertinggi di B131 =  $4883.9 \text{ m}^3/\text{dt}$  dengan kecepatan maksimum sebesar sebesar  $1.79 \text{ m/dt}$

Data hidrograf tertinggi di B181+50 = 4533.5 m<sup>3</sup>/dt dengan kecepatan maksimum sebesar sebesar 1.70 m/dt

Data hidrograf tertinggi di B712 = 4427.8 m<sup>3</sup>/dt dengan kecepatan maksimum sebesar sebesar 1.25 m/dt

3. Elevasi muka air banjir maksimum pada lokasi tertentu sebagai berikut:

- $Q_{PMF}$ : B0 = 135.98 m, B102 = 135.61 m, B131 = 135.52 m, B181+50 = 135.48 m, B712 = 97.18 m
- $Q_{1000}$ : B0 = 129.96 m, B102 = 129.16 m, B131 = 128.97 m, B181+50 = 128.42 m, B712 = 93.1 m
- $Q_{100}$ : B0 = 125.94 m, B102 = 124.87 m, B131 = 124.62 m, B181+50 = 112.28 m, B712 = 83.93 m
- $Q_{50}$ : B0 = 124.94 m, B102 = 123.58 m, B131 = 123.28 m, B181+50 = 122.36 m, B712 = 83.68 m

Saran yang dapat diambil dari hasil *running* program *HEC-RAS* beserta hasil analisis penelusuran banjir akibat *Dam Break* waduk Gajah Mungkur dan kendala – kendala di lapangan dalam memperoleh data adalah sebagai berikut:

1. Perlunya dilakukan tidak lanjut secara khusus kepada bendungan dikarenakan umur bendungan tersebut yang tidak dapat diprediksi sehingga ketika runtuh tidak sampai menyebabkan kerugian yang arah di daerah hilir bendungan
2. Perlunya dilakukan pemantauan terhadap kinerja alat ukur di bagian hilir dalam mengetahui AWLR atau bagian *cross section*, yang mengakibatkan adanya tidak setabilan dalam menganalisis.

## PERSANTUNAN

Atas rahmat Allah S.W.T yang selalu memberi kesehatan memberi kelancaran dan kemudahan dalam proses mengerjakan Tugas Akhir ,kepada kedua orang tua yang selalu memberi semangat lahir batin setiap saat, serta kedua saudari yang selalu mendukung dan membantu, kepada dosen pembimbing yang memberi masukan ilmu dan meluangkan waktu dalam konsultasi proses mengerjakan, kepada Teknis Balai Sungai Bengawan Solo yang sudah membantu dalam pengumpulan data dan membantu proses mengerjakan, kepada teman – teman D3 yang memberi semangat dukungan dalam proses mengerjakan dan serta kepada adik – adik yang membantu juga dalam proses mengerjakan yang mana tidak saya sebutkan satu persatu.



## DAFTAR PUSTAKA

- Amini, Indah Sri. 2015. *Simulasi Pengaruh Sedimentasi Pada Nilai Kondis Fisik Bendung Colo Akibat Penggelontoran Pelimpah (Spillway) Baru Waduk Wonogiri*. Thesis. UNS. Surakarta.
- Brunner, G.W., 2010, *HEC-RAS, River Analysis System Hydraulic Reference Manual*, U.S, Army Corps of Engineers, Institute Ror Water Resources, Hydrologic Engineering Center, Davis, CA, USA.
- Balai Besar Wilayah Sungai Bengawan Solo. 2007. *Rekomondasi teknik*. Surakarta.
- Gee, Michael.,2006. *Guidelines for Dam Breach Analysis, Department of Natural Resources Division of Water Resource*. Colorando.
- Istiarto., 2014. *Modul Pelatihan Aplikasi HEC – RAS 4.0*. UGM. Yogyakarta.
- Rachmadan, Lutfianto Cahya.,2013. *Analisa Keruntuhan Bendungan Alam Way Ela dengan Menggunakan Program Zhong Xing HY21*. Universitas Bramawijaya. Malang.
- Ven Te Chow. 1989. *Hidrolika saluran terbuka*. Terjemahan Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Wijayanti.Paska. 2013. *Analisis Keruntuhan Bendungan Pacal Dam Break of Pacal DAM*. Skripsi. UNS. Surakarta
- Yanto, Yuli Heri., 2006. *Kajian Penelusuran Banjir di Waduk Gajah Mungkur*. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.